

**Family list****6** family members for:**DE19854938**

Derived from 6 applications.

- 1 Component used as a solar cell or LED, has layers separated by an interlayer containing one or both layer materials and a different conductivity material colloid**  
Publication info: DE19854938 A1 - 2000-06-08
- 2 Organic solar cell or light-emitting diode**  
Publication info: DE19905694 A1 - 2000-08-17
- 3 ORGANIC SOLAR CELL OR LIGHT-EMITTING DIODE**  
Publication info: EP1138090 A1 - 2001-10-04
- 4 Organic solar cell or light-emitting diode**  
Publication info: JP2002531958T T - 2002-09-24
- 5 Organic solar cell or light-emitting diode**  
Publication info: US6559375 B1 - 2003-05-06
- 6 ORGANIC SOLAR CELL OR LIGHT-EMITTING DIODE**  
Publication info: WO0033396 A1 - 2000-06-08

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

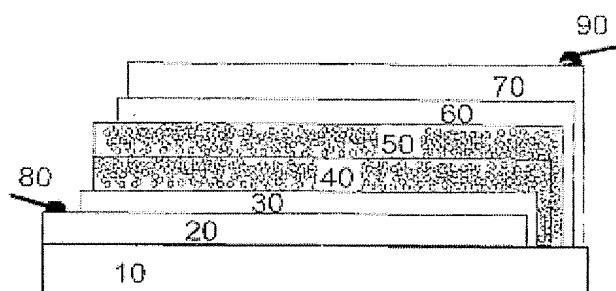
**Component used as a solar cell or LED, has layers separated by an interlayer containing one or both layer materials and a different conductivity material colloid**

**Patent number:** DE19854938  
**Publication date:** 2000-06-08  
**Inventor:** ROSTALSKI JOERN (DE); MEISSNER DIETER (DE)  
**Applicant:** KERNFORSCHUNGSANLAGE JUELICH (DE)  
**Classification:**  
- **international:** H01L51/30; H01L51/05; (IPC1-7): H01L51/10  
- **european:** H01L51/20C4; H01L51/20C4B; H01L51/20C6; H01L51/20C8; Y01N4/00  
**Application number:** DE19981054938 19981127  
**Priority number(s):** DE19981054938 19981127

[Report a data error here](#)

**Abstract of DE19854938**

A component with first and second material layers (30, 60) separated by an interlayer (40, 50) contains the first and/or second material and a different conductivity material colloid.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 198 54 938 A 1**

⑤① Int. Cl. 7:  
**H 01 L 51/10**

②① Aktenzeichen: 198 54 938.5  
②② Anmeldetag: 27. 11. 1998  
④③ Offenlegungstag: 8. 6. 2000

DE 198 54 938 A 1

⑦① Anmelder:  
Forschungszentrum Jülich GmbH, 52428 Jülich, DE  
  
⑦④ Vertreter:  
Jostarndt, H., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., Pat.-Anw.,  
52076 Aachen

⑦② Erfinder:  
Rostalski, Jörn, 52441 Linnich, DE; Meissner, Dieter,  
Dr., 52428 Jülich, DE

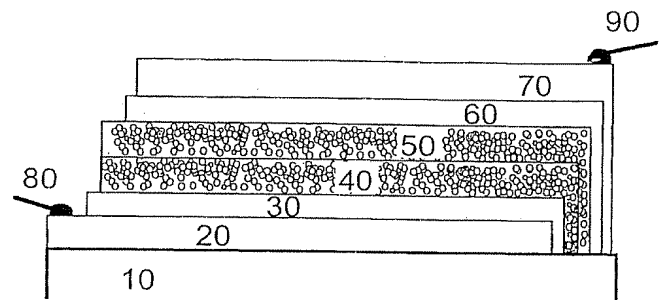
⑤⑥ Entgegenhaltungen:  
US 53 50 459 A  
US 52 01 961 A  
"J. Appl. Phys." 72 (1992) 3781-3787;

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Bauelement

⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein Bauelement mit einer ersten Schicht (30), die im wesentlichen aus einem ersten Material besteht, einer zweiten Schicht (60), die im wesentlichen aus einem zweiten Material besteht und wenigstens einer zwischen der ersten Schicht (30) und der zweiten Schicht (60) befindlichen Zwischenschicht (40, 50). Erfindungsgemäß ist dieses Bauelement so gestaltet, daß die Zwischenschicht (40, 50) das erste Material und/oder das zweite Material enthält und daß in der Zwischenschicht (40, 50) mindestens ein Stoff kolloidal gelöst ist und daß der Stoff eine andere Leitfähigkeit aufweist als das erste Material oder das zweite Material.



DE 198 54 938 A 1

Die Erfindung betrifft ein Bauelement mit einer ersten Schicht, die im wesentlichen aus einem ersten Material besteht, einer zweiten Schicht, die im wesentlichen aus einem zweiten Material besteht und wenigstens einer zwischen der ersten Schicht und der zweiten Schicht befindlichen Zwischenschicht.

Ein gattungsgemäßes Bauelement ist aus der US-PS 5 698 048 bekannt. Hierbei befindet sich zwischen den beiden Schichten eine Zwischenschicht, die ein Polymer, nicht jedoch eines der beiden Materialien der Schichten enthält.

Aus der US-PS 5 454 880 ist eine Diode bekannt, bei der eine Schicht aus einem Polymer und eine weitere, Fullerene enthaltende Schicht benachbart zueinander liegen. Hierbei ist das Polymer so gestaltet, daß es als Donator wirkt, während die Fullerene als Akzeptoren für Ladungsträger wirken.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein gattungsgemäßes Bauelement zu schaffen, welches für eine Aussendung und/oder einen Empfang von elektromagnetischer Strahlung, insbesondere von Licht, einen möglichst hohen Wirkungsgrad aufweist.

Insbesondere soll durch die Erfindung eine Solarzelle mit einem möglichst hohen Wirkungsgrad geschaffen werden.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß ein gattungsgemäßes Bauelement so ausgestaltet wird, daß die Zwischenschicht das erste Material und/oder das zweite Material enthält und daß in der Zwischenschicht mindestens ein Stoff kolloidal gelöst ist und daß der Stoff eine andere Leitfähigkeit aufweist als das erste Material oder das zweite Material.

Die Erfindung sieht also vor, ein Bauelement zu schaffen, das wenigstens zwei Schichten aus zwei Materialien mit unterschiedlichen Leitfähigkeiten und wenigstens einer zwischen ihnen befindlichen Zwischenschicht aufweist. Die Zwischenschicht enthält hierbei wenigstens eines der beiden Materialien und einen kolloidal gelösten Stoff. Kolloidal gelöst bedeutet hier, daß der Stoff aus Teilchen besteht oder diese durch chemische Reaktion oder Agglomeration bildet und daß diese Teilchen sich in dem Material befinden. Die Teilchen weisen vorzugsweise eine Größe von 1 nm bis 1 µm auf. Vorzugsweise befinden sich die Teilchen dabei so in dem Material, daß sie ein Netzwerk bilden über das Ladungsträger fließen können, beispielsweise in einem Perkollationsmechanismus. Es ist vorteilhaft, jedoch nicht notwendig, daß Ladungsträger in dem Material fließen können. Der kolloidal gelöste Stoff weist eine Leitfähigkeit auf, die sowohl von der Leitfähigkeit des ersten Materials als auch von der Leitfähigkeit des zweiten Materials verschieden ist. Hierbei kommt es weniger auf eine absolute Höhe der Leitfähigkeit an als vielmehr auf die Art, wie Ladungsträger transportiert werden.

Eine erste zweckmäßige Ausführungsform des Bauelementes zeichnet sich dadurch aus, daß es genau eine Zwischenschicht enthält. Die Zwischenschicht besteht hierbei beispielsweise aus dem ersten Material und darin gelöstem Stoff oder aus dem zweiten Material und darin gelöstem Stoff oder aus einer Mischung oder Verbindung des ersten Materials mit dem zweiten Material und darin gelöstem Stoff.

Eine andere, gleichfalls vorteilhafte Ausführungsform des Bauelementes zeichnet sich dadurch aus, daß sich zwischen der ersten Schicht und der zweiten Schicht eine erste Zwischenschicht und eine zweite Zwischenschicht befinden, daß die erste Zwischenschicht an der ersten Schicht anliegt und daß die zweite Zwischenschicht an der zweiten Schicht anliegt.

Die Zwischenschichten können sich beispielsweise dadurch unterscheiden, daß die erste Zwischenschicht im wesentlichen das erste Material und den darin kolloidal gelösten Stoff enthält und daß die zweite Zwischenschicht im wesentlichen aus dem zweiten Material und dem darin kolloidal gelösten Stoff besteht.

Ferner ist es vorteilhaft, daß in der ersten Zwischenschicht ein erster Stoff kolloidal gelöst ist und daß in der zweiten Zwischenschicht ein zweiter Stoff kolloidal gelöst ist.

Eine erhöhte Stromausbeute beziehungsweise Strahlungsausbeute wird dadurch erzielt, daß das erste und/oder zweite Material ein Halbleiter ist.

Es ist besonders zweckmäßig, daß das erste Material und/oder das zweite Material ein organischer Halbleiter ist.

Für einen Einsatz des Bauelementes als Solarzelle oder als Bestandteil einer Solarzelle ist es vorteilhaft, daß das erste Material und/oder das zweite Material eine geeignete Lichtabsorption aufweisen.

Zweckmäßigerweise enthält der organische Halbleiter substituierte Perylenpigmente. Insbesondere ist es zweckmäßig, daß die Perylenpigmente substituierte Perylen-carbonsäure-Imide sind.

Eine weitere Erhöhung des Wirkungsgrades wird dadurch erzielt, daß das erste Material einen anderen Leitfähigkeitstyp aufweist als das zweite Material.

Besonders vorteilhaft ist es, daß das zweite Material eine organische Komplexverbindung, insbesondere eine metallorganische Komplexverbindung, enthält. Hierbei handelt es sich vorzugsweise um eine Phthalocyanin-Verbindung. Ein Einsatz von Wasserstoff-Phthalocyanin oder Metall-Phthalocyaninen, insbesondere Zink-Phthalocyanin, ist besonders vorteilhaft.

Eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Bauelementes zeichnet sich dadurch aus, daß der Stoff aus einem Halbleitermaterial besteht.

Durch den Begriff Halbleitermaterial sind alle aus der Halbleitertechnologie als Halbleitermaterialien bekannten Stoffe umfaßt. Der Begriff Halbleitermaterial ist hier jedoch nicht auf im allgemeinen als Halbleiter bezeichnete Materialien beschränkt, sondern umfaßt vielmehr alle Materialien, die in wenigstens einer Modifikation oder Teilchengröße eine Bandlücke zwischen Valenzband und Leitungsband aufweisen. Für einen zu erzielenden Ladungstransport von Ladungsträgern eines Typs kommt es lediglich auf ihre energetische Lage und die Energieniveaus in dem Stoff an. So ist beispielsweise bei einem Abtransport von Elektronen lediglich eine Lage des Leitungsbandes im Stoff, die einer Lage des Leitungsbandes oder des Valenzbandes im Material entspricht, erforderlich. Auf die Lage des Valenzbandes im Stoff und damit auf die Bandlücke kommt es hierbei nicht an. Bei Löcherleitung gilt entsprechend, daß sich zweckmäßigerweise das Valenzband des Stoffes auf einem Energieniveau befindet, das einem Energieniveau des Valenzbandes oder des Leitungsbandes des Materials entspricht.

Aufgrund von Quantengröße-Effekten (Quantum-Size Effects) kann die Leitfähigkeit von Partikeln des Stoffes von der makroskopischen Leitfähigkeit verschieden sein. Für die Erfindung ist elektrische Leitung in einem Umfang zweckmäßig, durch den Ladungsträger eines Leitfähigkeitstyps gezielt abtransportiert werden können. Eine Erhöhung der Leitfähigkeit durch eine geeignete Nanostruktur, durch die beispielsweise ein Stoff, der makroskopisch einen Halbleiter bildet, in der erfindungsgemäßen Schicht als Metall wirkt, ist daher mit eingeschlossen. Dies gilt auch für makroskopisch metallische Materialien, die als kleine Teilchen zu Halbleitern werden.

Eine bevorzugte Ausführungsform des Bauelementes

zeichnet sich dadurch aus, daß der Stoff aus einem organischen Halbleiternmaterial besteht.

Insbesondere ist es zweckmäßig, daß der Stoff durch eine eine Bandlücke aufweisende Kohlenstoffmodifikation wie  $C_{60}$ ,  $C_{70}$  oder Graphen enthält.

Ein besonders wirksamer Transport der Ladung bei gleichzeitiger Vermeidung von elektrischen Kurzschlüssen wird dadurch erreicht, daß der Stoff im wesentlichen in der Form von Partikeln vorliegt.

Bei den Partikeln handelt es sich beispielsweise um einzelne Moleküle, insbesondere einzelne Fulleren-Moleküle, oder um Cluster aus mehreren Molekülen.

Die Partikel weisen vorzugsweise eine Größe von 1 nm bis 1  $\mu$ m auf, wobei eine obere Partikelgröße von 200 nm bevorzugt ist.

Eine deutliche Zunahme des Ladungstransports wird dadurch erzielt, daß die Partikel eine Konzentration aufweisen, die so groß ist, daß eine Perkolation entsteht.

Weitere Vorteile, Besonderheiten und zweckmäßige Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Darstellung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels anhand der Zeichnungen.

Von den Zeichnungen zeigt:

**Fig. 1** einen Querschnitt durch eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Bauelementes,

**Fig. 2** eine externe Quantenausbeute als Verhältnis eines Stromflusses zu einfallenden Photonen (Incident Photon To Current Efficiency – IPCE) in Abhängigkeit von der Wellenlänge des einfallenden Lichtes für verschiedene Konzentrationen von  $C_{60}$ .

**Fig. 3** einen Querschnitt durch eine zweite Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Bauelementes.

Bei dem in **Fig. 1** dargestellten Bauelement handelt es sich beispielsweise um eine Solarzelle oder um eine organische lichtemittierende Diode. Das Bauelement enthält hin auf einem Substrat **10**, beispielsweise Glas, insbesondere Silikatglas, aufgebracht Schichtsystem aus einer transparenten Kontaktschicht **20**, einer ersten Schicht **30**, einer zweiten Schicht **60**, einer Zwischenschicht **50** und einer Kontaktierungsschicht **70**.

Auf einen seitlichen Bereich der transparenten Kontaktschicht **20** ist ein Kontakt **80** aufgebracht. Ein weiterer Kontakt **90** befindet sich auf der oberen Kontaktierungsschicht **70**. Die transparente Kontaktschicht **20** weist eine Dicke zwischen 5 nm und 1  $\mu$ m, vorzugsweise 10 nm bis 200 nm, auf. Die Dicke der Kontaktschicht **20** kann variabel gewählt werden.

Die erste Schicht **30** befindet sich auf der transparenten Kontaktschicht. Es ist möglich, daß die erste Schicht **30** abschnittsweise auch auf das Substrat **10** reicht, beispielsweise in Bereichen, in denen zuvor die transparente Kontaktschicht **20** weggeätzt wurde. Für die Erzielung der Grenzflächeneffekte zwischen der transparenten Kontaktschicht **20** und der ersten Schicht **30** ist dies jedoch nicht erforderlich.

Es ist jedoch produktionstechnisch zweckmäßig, daß die erste Schicht **30** über die transparente Kontaktschicht **20** hinausragt, weil so ein Kurzschluß zwischen dem Kontakt **90** und der transparenten Kontaktschicht **20** vermieden wird.

Die erste Schicht **30** weist eine Dicke zwischen 5 nm und 1000 nm, vorzugsweise 10 nm bis 200 nm auf. Die Dicke der Schicht **30** kann variabel gewählt werden, weil es zur Erzielung der Grenzflächeneffekte zwischen den Schichten **30** und **60** nicht auf die Abmessungen der Schichten **30**, **60** ankommt.

Die Kontaktschicht **20** besteht vorzugsweise aus einem transparenten Material, bei dem es sich insbesondere um ein transparentes leitfähiges Oxid handelt. Die transparenten Ei-

genschaften sind bei einem Einsatz als Solarzelle oder als lichtemittierende Diode mit Licht, das durch das Substrat **10** hindurchdringt, erforderlich, damit durch das Substrat **10** hindurchdringenden Lichtstrahlen von der Kontaktschicht **20** nicht absorbiert werden. Bei einem Lichteinfall oder -austritt durch die Schicht **60** ist die lichtdurchlässige Gestaltung der Kontaktschicht **20** jedoch nicht erforderlich.

Die erste Schicht **30** besteht vorzugsweise aus einem organischen halbleitenden Material eines ersten Leitfähigkeitstyps. Beispielsweise handelt es sich um ein n-leitendes Material, vorzugsweise um Perylen-3,4,9,10-tetracarbonsäure-N,N'-dimethylinid (MPP).

Die zweite Schicht **60** besteht vorzugsweise aus einem zweiten halbleitenden Material. Hierbei handelt es sich insbesondere um ein Material mit entgegengesetztem Leitfähigkeitstyp, vorzugsweise um Zink-Phthalocyanin (ZnPc). Eine Kontaktierungsschicht **70** dient zu einem elektrischen Anschluß der Schicht **60**. Beispielsweise besteht die Kontaktierungsschicht **70** aus Gold. Gold hat den besonderen Vorteil, daß es eine hohe elektrische Leitfähigkeit mit einer hohen chemischen Beständigkeit vereinigt.

Die Zwischenschicht **50** enthält das gleiche Material wie die Schicht **60**, ist jedoch mit einem Fulleren oder einem Halbleiteroxid wie  $TiO_2$  angereichert. Die Anreicherung beträgt bei einem Einsatz des Bauelementes als Solarzelle vorzugsweise maximal 60%. Bei einem Einsatz des Bauelementes als lichtemittierende Diode kann die Anreicherung noch höher sein.

In **Fig. 2** sind solare Stromausbeuten durch eine externe Quantenausbeute als Verhältnis eines Stromflusses zu einfallenden Photonen (Incident Photon To Current Efficiency – IPCE) in Abhängigkeit von der Wellenlänge von einfallendem Licht für verschiedene Konzentrationen von  $C_{60}$  dargestellt.

Es handelt sich hierbei um Meßwerte, die bei der in **Fig. 1** dargestellten Solarzelle gemessen wurden. Es zeigt sich, daß die Stromausbeute mit zunehmender Konzentration von  $C_{60}$  steigt. Ein besonders großer Anstieg tritt bei einer Konzentration von  $C_{60}$  von mehr als 10% auf. Eine mögliche Erklärung für diesen unerwartet hohen Anstieg könnte ein Auftreten von Perkolation sein.

Bei dem in **Fig. 1** dargestellten Bauelement handelt es sich beispielsweise um eine Solarzelle oder um eine organische lichtemittierende Diode. Das Bauelement enthält ein auf einem Substrat **10**, beispielsweise Glas, insbesondere Silikatglas, aufgebracht Schichtsystem aus einer transparenten Kontaktschicht **20**, einer ersten Schicht **30**, einer zweiten Schicht **60**, einer ersten Zwischenschicht **40**, einer zweiten Zwischenschicht **50** und einer Kontaktierungsschicht **70**.

Auf einen seitlichen Bereich der transparenten Kontaktschicht **20** ist ein Kontakt **80** aufgebracht. Ein weiterer Kontakt **90** befindet sich auf der oberen Kontaktierungsschicht **70**. Die transparente Kontaktschicht **20** weist eine Dicke zwischen 5 nm und 1000 nm, vorzugsweise 10 nm bis 200 nm, auf. Die Dicke der Schicht kann variabel gewählt werden.

Die erste Schicht **30** befindet sich auf der transparenten Kontaktschicht. Es ist möglich, daß die erste Schicht **30** abschnittsweise auch auf das Substrat **10** reicht, beispielsweise in Bereichen, in denen zuvor die transparente Kontaktschicht **20** weggeätzt wurde.

Es ist produktionstechnisch zweckmäßig, daß die erste Schicht **30** über die transparente Kontaktschicht **20** hinausragt, weil so ein Kurzschluß zwischen dem Kontakt **90** und der transparenten Kontaktschicht **20** vermieden wird.

Die erste Schicht **30** weist eine Dicke zwischen 5 nm und 1000 nm, vorzugsweise 10 nm bis 200 nm, auf. Die Dicke der Schicht kann variabel gewählt werden, weil es zur Erzie-

lung der Grenzflächeneffekte nicht auf die Abmessungen der Schichten ankommt.

Die Kontaktschicht **20** besteht bei einem Einsatz des Bauelementes als Solarzelle mit einem Lichteinfall durch das Substrat **10** oder als lichtemittierende Diode mit einem Lichtaustritt durch das Substrat **10** aus einem transparenten Material, bei dem es sich insbesondere um ein transparentes leitfähiges Oxid handelt.

Die erste Schicht **30** besteht wie bei der anband von **Fig. 1** dargestellten Ausführungsform vorzugsweise aus einem organischen halbleitenden Material eines ersten Leitfähigkeitstyps. Beispielsweise handelt es sich um ein n-leitendes Material, vorzugsweise um Perylen-3,4,9,10-tetracarbonsäure-N,N'-dimethylimid (MPP).

Die zweite Schicht **60** besteht vorzugsweise aus einem zweiten halbleitenden Material. Hierbei handelt es sich insbesondere um ein Material mit entgegengesetztem Leitfähigkeitstyp, vorzugsweise um Zink-Phthalocyanin (ZnPc). Eine Kontaktierungsschicht **70** dient zu einem elektrischen Anschluß der Schicht **60**. Beispielsweise besteht die Kontaktierungsschicht **70** aus Gold. Gold hat den besonderen Vorteil, daß es eine hohe elektrische Leitfähigkeit mit einer hohen chemischen Beständigkeit vereinigt.

Die erste Zwischenschicht **40** enthält jedenfalls das in der ersten Schicht **30** enthaltene Material und möglicherweise auch das in der zweiten Schicht **60** enthaltene Material, vorzugsweise mindestens einen organischen Halbleiter. Besonders geeignet sind MPP beziehungsweise ZnPc. Ferner ist die Zwischenschicht **40** mit einem Fulleren oder einem anderen Halbleitermaterial wie  $\text{TiO}_2$  angereichert. Die Anreicherung beträgt bei einem Einsatz des Bauelementes als Solarzelle vorzugsweise maximal 60%. Bei einem Einsatz des Bauelementes als lichtemittierende Diode kann die Anreicherung noch höher sein.

Die zweite Zwischenschicht **50** enthält das gleiche Material wie die Schicht **60**, ist jedoch mit einem anderen Fulleren oder einem Halbleitermaterial wie  $\text{TiO}_2$  angereichert. Die Anreicherung beträgt bei einem Einsatz des Bauelementes als Solarzelle vorzugsweise maximal 60%. Bei einem Einsatz des Bauelementes als lichtemittierende Diode kann die Anreicherung noch höher sein.

#### Bezugszeichenliste

<b>10</b> Substrat	
<b>20</b> Kontaktschicht	
<b>30</b> erste Schicht	
<b>40</b> erste Zwischenschicht	
<b>50</b> zweite Zwischenschicht	
<b>60</b> zweite Schicht	
<b>70</b> Kontaktierungsschicht	
<b>80</b> Kontakt	
<b>90</b> Kontakt	

#### Patentansprüche

1. Bauelement mit einer ersten Schicht (**30**), die im wesentlichen aus einem ersten Material besteht, einer zweiten Schicht (**60**), die im wesentlichen aus einem zweiten Material besteht und wenigstens einer zwischen der ersten Schicht (**30**) und der zweiten Schicht (**60**) befindlichen Zwischenschicht (**40**, **50**), **dadurch gekennzeichnet**, daß die Zwischenschicht (**40**, **50**) das erste Material und/oder das zweite Material enthält und daß in der Zwischenschicht (**40**, **50**) mindestens ein Stoff kolloidal gelöst ist und daß der Stoff eine andere Leitfähigkeit aufweist als das erste Material oder das zweite Material.

2. Bauelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sich zwischen der ersten Schicht (**30**) und der zweiten Schicht (**60**) eine erste Zwischenschicht (**40**) und eine zweite Zwischenschicht (**50**) befinden, daß die erste Zwischenschicht (**40**) an der ersten Schicht (**30**) anliegt und daß die zweite Zwischenschicht (**50**) an der zweiten Schicht (**60**) anliegt.

3. Bauelement nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Zwischenschicht (**40**) im wesentlichen das erste Material und kolloidal gelösten Stoff enthält und daß die zweite Zwischenschicht (**50**) im wesentlichen aus dem zweiten Material und gelöstem Stoff besteht.

4. Bauelement nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Zwischenschicht (**40**) im wesentlichen das erste Material und kolloidal gelösten Stoff enthält und daß die zweite Zwischenschicht (**50**) das zweite Material, das erste Material und kolloidal gelösten Stoff enthält.

5. Bauelement nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Zwischenschicht (**40**) das erste Material, das zweite Material und kolloidal gelösten Stoff enthält und daß die zweite Schicht (**50**) im wesentlichen das zweite Material und kolloidal gelösten Stoff enthält.

6. Bauelement nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß in der ersten Zwischenschicht (**40**) ein erster Stoff kolloidal gelöst ist und daß in der zweiten Zwischenschicht (**50**) ein zweiter Stoff kolloidal gelöst ist.

7. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Material ein Halbleiter ist.

8. Bauelement nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Material ein organischer Halbleiter ist.

9. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Material ein Halbleiter ist.

10. Bauelement nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Material ein organischer Halbleiter ist.

11. Bauelement nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Material einen anderen Leitfähigkeitstyp aufweist als das zweite Material.

12. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Stoff aus einem Halbleitermaterial besteht.

13. Bauelement nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Stoff  $\text{TiO}_2$  enthält.

14. Bauelement nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Stoff  $\text{SnO}_2$  enthält.

15. Bauelement nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Stoff ein organisches Halbleitermaterial enthält.

16. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Stoff wenigstens eine eine Bandlücke aufweisende Kohlenstoffmodifikation enthält.

17. Bauelement nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Stoff wenigstens einen Bestandteil aus der Gruppe der Fullerene, substituierten Fullerene oder Fulleren-Derivate enthält.

18. Bauelement nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Stoff  $\text{C}_{60}$  enthält.

19. Bauelement nach einem der Ansprüche 16 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß der Stoff eine graphiti-

sche Kohlenstoffmodifikation enthält.

20. Bauelement nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß der Stoff Graphen enthält.

21. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß der Stoff im wesentlichen 5  
in der Form von Partikeln vorliegt.

22. Bauelement nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Partikel im wesentlichen eine Größe zwischen 1 nm und 1 µm aufweisen.

23. Bauelement nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Größe der Partikel zwischen 1 nm und 200 nm beträgt. 10

24. Bauelement nach einem der Ansprüche 21 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß die Partikel eine Konzentration aufweisen, die so groß ist, daß eine Perkolation 15  
entsteht.

25. Verwendung eines Bauelementes nach einem der Ansprüche 1 bis 24 als Solarzelle.

26. Verwendung eines Bauelementes nach einem der Ansprüche 1 bis 24 als lichtemittierende Diode. 20

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -



Fig. 1

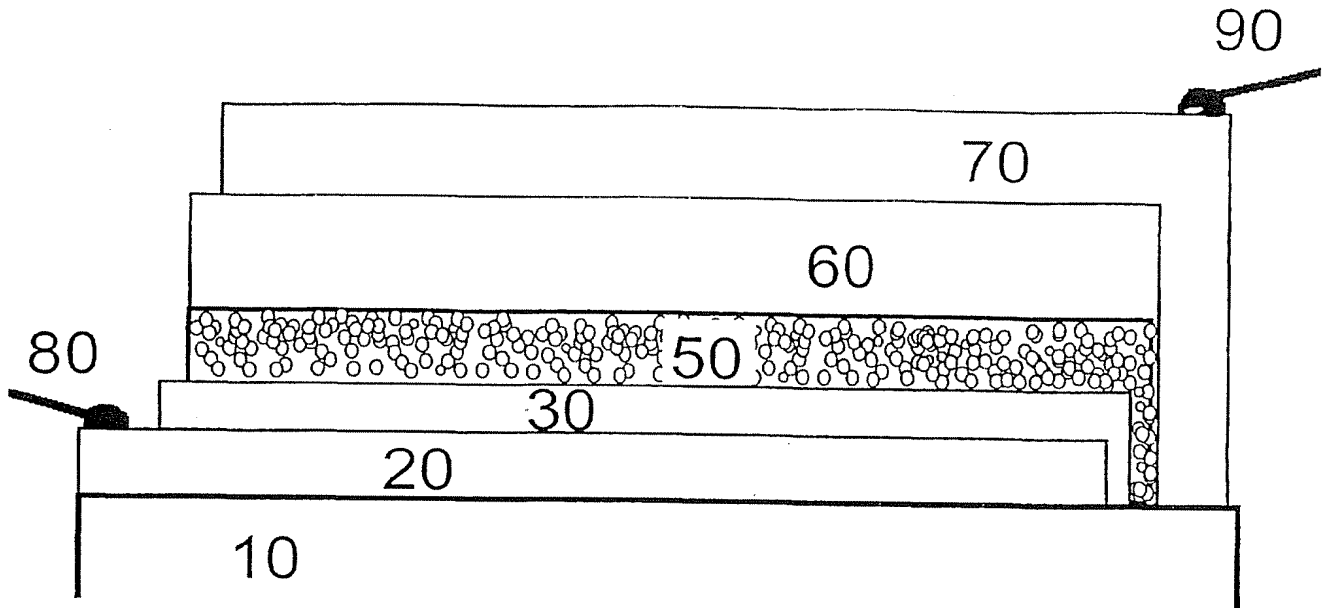
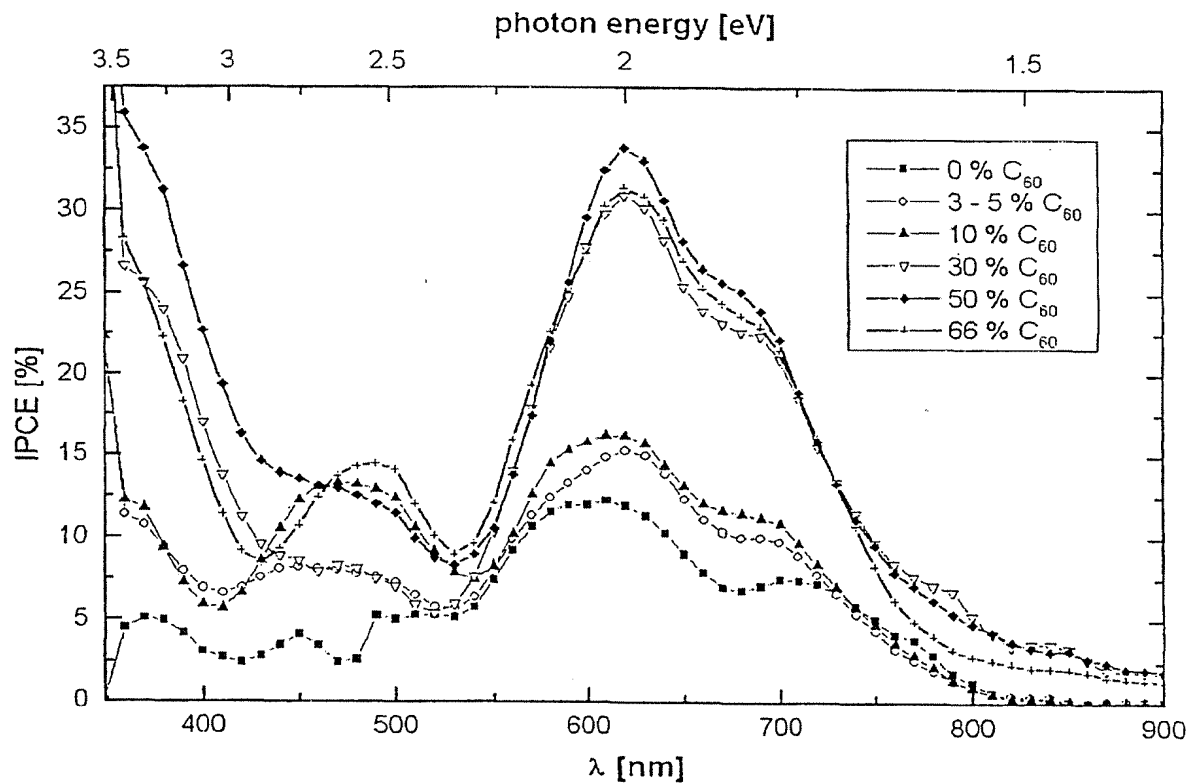


Fig. 2



**Fig. 3**

